

PAT-NO: JP408043861A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08043861 A
TITLE: LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT
PUBN-DATE: February 16, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
HISATAKE, YUZO
HADO, HITOSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOSHIBA CORP	N/A

APPL-NO: JP06178947

APPL-DATE: July 29, 1994

INT-CL (IPC): G02F001/137, G02F001/1337 , G02F001/1343

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain a liquid crystal display element having a high contrast characteristic by constituting this display element in such a manner that the liquid crystal molecules of a liquid crystal layer constitute arrangement perpendicular to the surfaces of a first substrate and second substrate.

CONSTITUTION: The electrodes 3 on the upper substrate 1 have a structure formed by alternately nesting respective finger-shaped pieces 30, 31 of comb-shaped electrodes 3a, 3b. The electrodes 4 of the lower substrate 2 have also the structure formed by alternately nesting respective finger-shaped pieces 40, 41 of comb-shaped electrodes 4a, 4b. Impression of electric fields in the

substrate surface direction is possible if voltages are impressed on the finger-shaped pieces of the respective electrodes by a power source 10. A compsn. formed by adding dyes 9 to nematic liquid crystals 8 having positive electric anisotropy is used for the liquid crystal layer 7. The liquid crystal molecules 8 and dyes 9 of this liquid crystal layer 7 are arranged perpendicularly to the upper and lower substrates 1, 2 or have the perpendicular arrangement having tilts. The arranging directions of not only the liquid crystal molecules but the dyes as well are controllable in two directions orthogonal with each other according to such constitution and, therefore, the high contrast is obtainable.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-43861

(43)公開日 平成8年(1996)2月16日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 F 1/137
1/1337
1/1343

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平6-178947

(22)出願日 平成6年(1994)7月29日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 久武 雄三

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

(72)発明者 羽藤 仁

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内

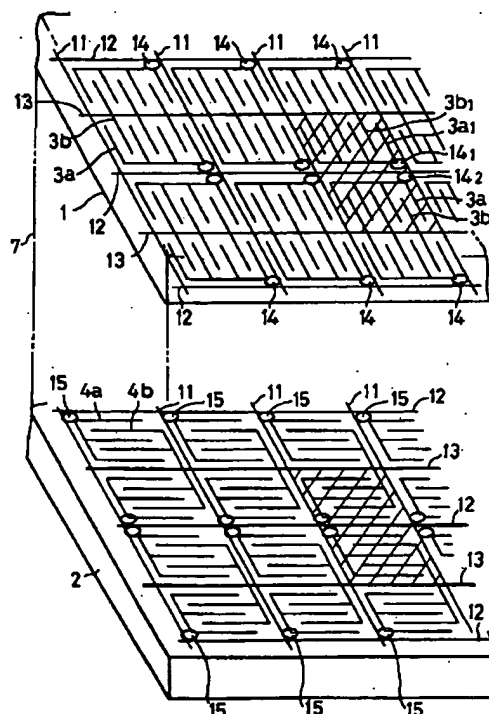
(74)代理人 弁理士 大胡 典夫

(54)【発明の名称】 液晶表示素子

(57)【要約】

【構成】 2枚の基板1、2間に染料を添加した誘電異方性が正のネマティック液晶組成物からなる液晶層7を挟んだ液晶表示素子において、各基板の表面に面方向に電界を発生する電極3、4を形成し、両基板表面の電界方向が相互に直交するようにし、液晶層の液晶分子配列が電圧無印加時に両基板の表面に対して実質的に垂直な配列をなしている構造。

【効果】 偏光板を使用する必要のない、明るく高コントラストな液晶表示素子を実現することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 一表面に第1の電極を有する第1の基板と一表面に第2の電極を有する第2の基板とを前記両電極が対向するように設置し、前記基板間に染料を添加した誘電異方性が正のネマティック液晶組成物からなる液晶層を挟んだ液晶表示素子において、

前記第1の電極は前記第1の基板の表面方向に電界を形成する電極構成からなり、

前記第2の電極は前記第2の基板の表面方向で、かつ前記第1の基板の電界方位に交差する方向に電界を形成する電極構成からなり、

前記液晶層の液晶分子配列が前記第1の基板および第2の基板の表面に対して実質的に垂直な配列をなしていることを特徴とする液晶表示素子。

【請求項2】 前記第1の電極および第2の電極が複数の指状片を並列したくし状電極からなり指状片を交互に入り組ませた構成でなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項3】 第1の電極および第2の電極が透明電極からなることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示素子。

【請求項4】 液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶厚 d を乗じた値が $0.5\mu\text{m}$ 未満である請求項1に記載の液晶表示素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は染料を用いた液晶表示素子に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、薄型軽量、低消費電力という大きな利点を持つ液晶表示素子(LCD)は、日本語ワードプロセッサやデスクトップパーソナルコンピュータなどのパーソナルOA機器の表示装置として積極的に用いられており、表示方法都市手は、偏光板を用いた旋光モードや複屈折モード、および染料を用いたGHモード、光散乱効果を利用した反射型散乱モード等がある。

【0003】旋光モードのLCDは例えば 90° ねじれた分子配列をもつツイステッドネマティック(TN)形液晶であり、原理的に白黒表示で高いコントラスト比を示すことから、時計や電卓に、また良好な階調性性能を示し、応答速度が比較的速いことから、単純マトリクス駆動や、スイッチング素子を各画素ごとに具備したアクティブマトリクス駆動を用い、TFTやMIM、またカラーフィルターと組み合わせてフルカラー表示の液晶テレビやOA機器などに応用されている。

【0004】一方、複屈折モードの表示方式のLCDは、一般に基板間の液晶分子が 90° 以上ねじれた分子配列をもつスーパーツイスト(ST)形液晶で、急峻な電気光学特性をもつため、各画素ごとにスイッチング素子を設けない単純マトリクス状の電極構造でも時分割駆

2

動により容易に大容量表示が得られる。

【0005】しかしながら、これら偏光板を用いたLCDは見る角度や、方向によってコントラスト比や表示色が変化したり、階調表示をした際、表示が反転するという視角依存性があり、また、少なくとも偏光板で入射光の50%が吸収されるため表示が暗いといった問題が生じる。また、視角依存性がある。

【0006】これらと比較してGHモードのLCDは、例えば図11に示すようにフォーカルコニック組織(もしくはカイラルネメティック)に染料を添加し、染料のランダムな配列により暗状態を得て、これと液晶が垂直に配列した状態にて明状態を得て表示の明暗を得ているGH-PC型LCDであり、偏光板を全く用いないので明るい表示性能を得ることができる。しかしながら、暗状態は染料のランダムな配列による得るものであるから、光の吸収特性は、吸収軸が一樣な方向に配列された偏光板を用いる方式と比較すれば不完全なものとなる。よって、コントラスト比が低いといった問題が生じる。これに対して、ホモジニアス配列やTN配列のネマティック組成に染料を添加したGH-HOMO-LCDや、GH-TH-LCDは偏光板同様の機能を染料にて実現した表示モードであるが、この場合、偏光子もしくは検光子として偏光板1枚を用いる必要があり、前述した偏光板を用いた液晶表示素子となり、表示が暗いといった問題かけ生じることになる。また、前記GH-HOMO-LCDを2層化して偏光板を用いない構造も実用化されているが、この場合、基板厚の分の視差が生じるため、高精細表示が実現できない。以上のことから明るい表示を得る目的で考えた場合、従来の技術の中ではGH-PC型LCDが最も実用的といえるがこの方式には前述したようにコントラスト比が低いといった問題がある。

【0007】反射型散乱モードは、例えば図9に示すように、それぞれ電極3、4を有する2枚の基板1、2間の液晶層7中に、層内電極7aを配置した構成で、液晶中に染料を添加していない構造からなるPC型LCDであり、これに黒板を背面に設け、液晶が垂直に配列した状態にて暗状態を得て、フォーカルコニック配列にて光の後方散乱効果(液晶層による光反射)を得て明状態を得るものであり、偏光板を用いないため明るい表示性能を実現する可能性を持っている。しかしながら、表示を、明暗を得るのに光の透過、吸収といった制御をしているのではなく、直進、散乱といった制御しているため、入射光が直線光である必要があり、フラットパネルとしては反射型しか実現できないといった制約がある。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】このように従来の液晶表示素子は偏光板を用いて暗い表示になるか、偏光板を用いない場合、コントラスト比が低下するか、または反射型にしか応用できないといった問題が生じる。

3

【0009】本発明はこのような不都合を解決する液晶表示素子を得るものである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、一表面に第1の電極を有する第1の基板と一表面に第2の電極を有する第2の基板とを前記両電極が対向するように設置し、前記基板間に染料を添加した誘電異方性が正のネマティック液晶組成物からなる液晶層を挟んだ液晶表示素子において、前記第1の電極は前記第1の基板の表面方向に電界を形成する電極構成からなり、前記第2の電極は前記第2の基板の表面方向で、かつ前記第1の基板の電界方位に交差する方向に電界を形成する電極構成からなり、前記液晶層の液晶分子配列が前記第1の基板および第2の基板の表面に対して実質的に垂直な配列をなしていることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0011】さらに、前記第1の電極および第2の電極が複数の指状片を並列したくし状電極からなり指状片を交互に入り組ませた構成でなることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0012】さらに、第1の電極および第2の電極が透明電極からなることを特徴とする液晶表示素子を得るものである。

【0013】さらに、液晶層の屈折率異方性 Δn と液晶厚 d を乗じた値が $0.5\mu\text{m}$ 未満である液晶表示素子を得るものである。

【0014】

【作用】図4に示すように、本発明の液晶層7は電圧無印加時に液晶分子8および染料9が上下基板1、2に対して垂直配列またはチルトを有する垂直配列している。符号5、6で示す部分は基板の液晶層側に形成する配向膜であり、垂直配向材料で形成している。液晶層は正の誘電異方性を持つネマティック液晶に染料を添加した組成物を用いる。

【0015】また、電極3、4は、図5に一画素分を示しているが、上基板において、電極3は一對のくし状電極3a、3bの各指状片30、31を交互に入り組ませた構造を有し、同じく下基板の電極4は一對のくし状電極4a、4bの各指状片40、41を交互に入り組ませた構造を有し、各電極は電源10により指状片間に電圧を印加することにより、基板表面方向に電界が印加できる構成としている。つまり電界は基板表面に垂直に配列する液晶分子8に対して直交した方向に印加されるようになっている。図6は図5に示した電極4を用いて基板2表面の指状片の延長方向に直交する面方向に電界印加した場合の電界 e の空間分布を断面的に示したものである。電界強度を適正な値とすることにより、基板近傍ではほぼ全面的に基板面方向に電界が印加される。

【0016】電界制御に対して染料9は液晶分子8と同様の挙動を示すので、電圧を印加した場合と、印加しない場合の液晶分子および染料は図7および図8のよう

4

な配列をとる。図7は電極3、4として例えばアルミのような遮光性のある材料を用いた場合の染料の挙動の変化および光吸収のメカニズムを説明した図である。図8は電極3、4としてITOのような透明な材料を用いた場合で図7同様のものである。

【0017】図7(a)および図8(a)は電圧を印加していない場合で、染料9はともに基板表面に垂直配列(方位 v)しており、光はほぼ透過する(明状態)。ここで、図7、図8を比較した場合、電極部が透明である分、図8の構成の方が明るくなる。

【0018】これに対して図7(b)および図8(b)のように、電源10から電圧を印加した場合、液晶分子および染料はともに図示するように液晶層の上半分でも下半分でもほぼ一様な方向(方位 $h1$ 、 $h2$)に配列し、かつその方向は、電極による相互に直交する面方向電界の方向にしたがい、上半分(方位 $h1$)と下半分(方位 $h2$)で直交している。上半分でも下半分でもほぼ一様な方向に配列しているため、上半分でも下半分でもそれぞれ配列方向の偏光成分は吸収される。また、その方向は上半分と下半分で直交しているので上半分と下半分で吸収される偏光成分は直交の関係となり、理論上は入射光の2色性比の光(染料が2色性を示す波長)を吸収する。2色性比が仮に無限大であり、染料の色が黒つまり2色性を示す波長が全可視光に及ぶ場合、光の透過率は0となる。ここで、図7、図8を比較した場合、電極上の電界の境界部は染料が基板面方向に配列しにくいので若干光の吸収度が低下するが、遮光されている分、図7の構成の方が表示が暗くなる。したがって図8の構成は図7の構成よりもより明るい表示が得られ、逆に図7の構成は図8の構成よりもより高いコントラスト特性が得られる。

【0019】このように本発明は液晶表示素子は従来の染料を用いたLCDと比較して、染料の配列方向を制御しており、かつその方向が直交した2方位に及んでいるので、暗状態を得やすく、高いコントラスト特性が実現できる。

【0020】また、いずれの構成においても電圧印加時の旋光性を決めるパラメータである液晶の複屈折率異方性 Δn と液晶層厚 d を乗じた値 Δnd を $0.5\mu\text{m}$ 以下にすれば、さらに優れたコントラスト特性が得られる。これにより、液晶層を通過する光の旋光性を制限して、遮光性を高める。光の旋光を放置すると、電圧を印加した状態では、本発明の液晶表示素子はいわゆるTN分子配列と同等の光学特性を示すために、例えば液晶層の上半分と下半分で染料分子が直交配列した状態でも、液晶層内で光が 90° の旋光が生じてしまえば光の吸収効果は半減してしまうからである。実際は光の波長によって旋光性は異なるので、すべての波長に対して 90° の旋光が生じてしまうことは実用上ない。しかしながら、 Δnd の値を $0.5\mu\text{m}$ 以下とすれば、さらにこの

5

値をより小さくすれば小さくするほど、旋光性は弱くなり優れたコントラスト特性が得られることとなる。 $\Delta n d$ の値、いいかえると位相差を可視光の平均的波長 $0.5\mu m$ より小さくすることになるためである。

【0021】

【実施例】以下図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0022】(実施例1)図1乃至図3は本発明の一実施例を示し、図1は上下基板表面の電極配置、図2は上下基板の一面素分の電極構成、図3は下基板の一面素分の電極構成を示している。

【0023】図において、上基板1の表面に列方向に信号線11が並列され、行方向に走査線12と共通電極13とが交互に並置されてマトリクスを形成している。信号線11と走査線12とで囲まれた領域には幅 $5\mu m$ の4つの指状片30をもつアルミの電極体3aが共通電極13を挟んで平面的に相対向し、共通電極13から上記指状片30に交互に入り組み間隔が $5\mu m$ になるように指状片31が列方向に延びて対向電極3bを形成する。これら電極の厚みは3000オングストロームで、不透

明になっている。

【0024】電極体3aのそれぞれは信号線11と走査線12の交差部分にTFTスイッチング素子14(図中、○印で表示)を有して、この素子を介して上記各線に接続されている。共通電極13は各行ごとに、行方向に対向電極体3bを貫くようにこれらと一体に形成されている。一对の電極体3aを含む領域が一面素領域となるが、実際の動作上は特定の信号線11および走査線12にスイッチング素子を介して接続されている電極同志が共通画素として働く。例えば図では走査線12を境に互いに背をむけて配置された電極体3a1、3b1およびスイッチング素子141、142の領域(斜線領域)が一面素領域になる。基板上の全画素数は 640×480 である。

【0025】下基板2の電極は、上基板同様に、くし状電極構成からなるが、その指状片の方向は上基板の電極の指状片30、31の方向と直交している。すなわち下基板2の表面に列方向に信号線11が並列され、行方向に走査線12と共通電極13とが交互に並置されてマトリクスを形成している。信号線11と走査線12とで囲まれた領域には行方向に延びる3つの指状片40をもつ電極体4aが共通電極13の両側に平面的に横並びで相対向している。さらに共通電極13に接続され、上記指状片40に交互に入り組むように2つの指状片41が行方向に延びて対向電極4bを形成する。

【0026】電極体4aのそれぞれは信号線11と走査線12の交差部分にTFTスイッチング素子15(図中、○印で表示)を有して、この素子を介して上記各線に接続されている。共通電極13は各行ごとに、行方向に対向電極体4bを貫くようにこれらと一体に形成され

6

ている。一对の電極体4aを含む領域が一面素領域となるが、実際の動作上は特定の信号線11および走査線12にスイッチング素子を介して接続されている電極同志が共通画素として働き、例えば図では斜線領域が一面素領域になる。

【0027】上下基板1、2の電極側の面に液晶分子配列が基板面に垂直となる垂直配向膜(図示しない)を形成し、これら基板で液晶層7を挟持する。配向膜として商品名AL-1051、(株)日本合成ゴム製)を基板に塗布し、ODSアルコール溶液(濃度vol. 0.5%、(株)チッソ製)に浸漬して垂直配向処理を施した。基板間隔dを $6.25\mu m$ とし、液晶組成物に Δn が0.13、誘電異方性が正のネマティック液晶(商品名ZLI-2293、(株)メルクジャパン製)に黒色染料(商品名S344、三井東圧(株)製)を2wt%添加したものをを用いて素子とした。

【0028】両基板の電極のそれぞれに5vの電圧を印加したところ、素子の透過率は0.50%であった。また電圧を印加しない場合は65.00%であった。したがってコントラスト比は130:1であり、明るく高いコントラストをもつ表示が得られることがわかった。さらに、視角依存性を主観的に評価したところ極めて視角依存性の少ない表示が得られることがわかった。

【0029】(実施例2)実施例1の電極をアルミに代えて透明ITO膜で形成し、他の構成は実施例1と同じ液晶表示素子を作製した。実施例1同様に2枚の基板双方の電極のそれぞれを5vの電圧で駆動したところ、素子の透過率は1.0%であった。また電圧を印加しない場合は透過率が75%であったので、コントラスト比は75:1であり、高コントラストであり、実施例1以上に明るい表示性能であることがわかった。

【0030】また、視角依存性を主観的に評価したところ実施例1と同様に極めて視角依存性の少ない表示が得られることがわかった。

【0031】(実施例3)基板間隔dを $4\mu m$ とし、液晶組成物として Δn が0.04の誘電異方性が正のネマティック液晶(商品名ZLI-2806、(株)メルクジャパン製)に黒色染料(商品名S344、三井東圧(株)製)を2wt%添加したものとした他は、実施例2と同じ構成にして本実施例の液晶表示素子を得た。 $\Delta n d$ はほぼ $0.16\mu m$ である。実施例1と同様に各電極の指状片間に5vの電圧を印加したところ、素子の透過率は0.5%であった。また電圧を印加しない場合は75%であったので、コントラスト比は150:1であり、実施例2の素子よりも高コントラストであり、実施例1の素子以上に明るい表示性能であることがわかった。

【0032】また、視角依存性を主観的に評価したところ実施例1と同様に極めて視角依存性の少ない表示が得られることがわかった。

7

【0033】

【発明の効果】本発明によれば偏光板を使用する必要のない、明るく高コントラストな液晶表示素子を実現することができる。カラーフィルターを用いてカラー表示を行っても、またTFT等のスイッチング素子を用いて駆動しても、同様の効果を得ることができることはいうまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す部分的斜視図。

【図2】本発明の一実施例の上基板の電極のパターンを示す平面図。

【図3】本発明の一実施例の下基板の電極のパターンを示す平面図。

【図4】本発明の作用を説明する略断面図。

【図5】本発明の作用を説明する電極の略斜視図。

【図6】本発明の作用を説明する電極により生じる電界の形状を示す略図。

【図7】本発明の作用を説明するもので、(a)は電圧無印加時の染料の配列を示す略図、(b)は電圧を印加した時の染料の配列を示す略図。

20

8

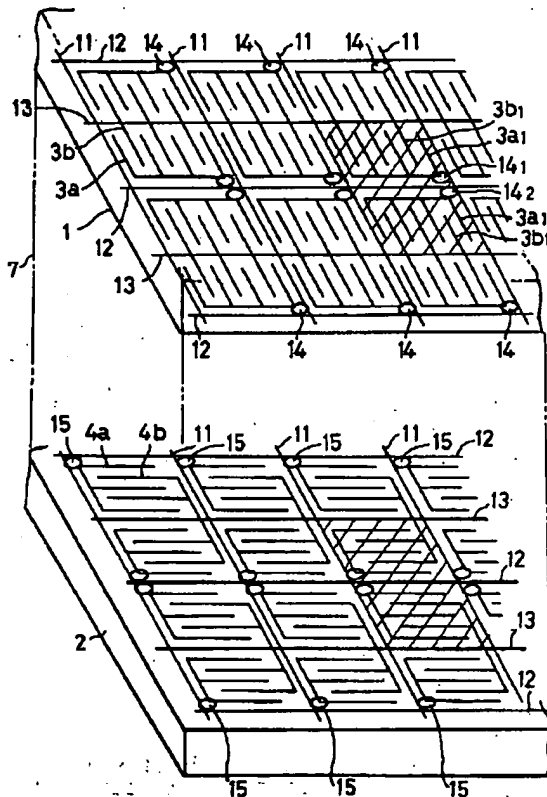
【図8】本発明の作用を説明するもので、(a)は電圧無印加時の染料の配列を示す略図、(b)は電圧を印加した時の染料の配列を示す略図。

【図9】従来素子を説明する略断面図。

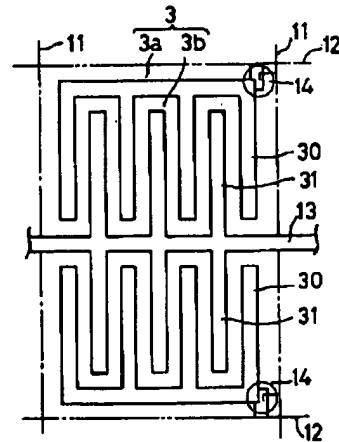
【符号の説明】

- 1…上基板
- 2…下基板
- 3…上電極
- 4…下電極
- 5、6…配向膜
- 7…液晶層
- 8…液晶分子
- 9…染料
- 10…電源
- 11…信号線
- 12…走査線
- 13…共通電極
- 14、15…TFTスイッチング素子
- 30、31、40、41…指状片

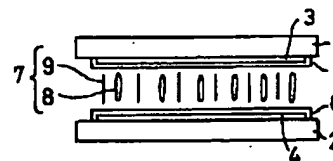
【図1】



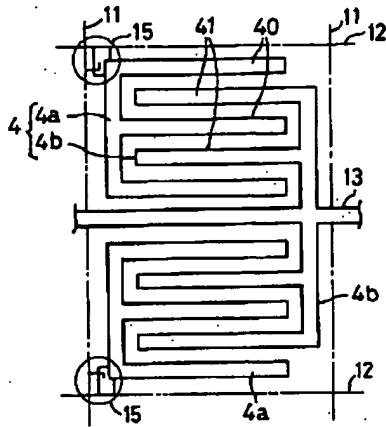
【図2】



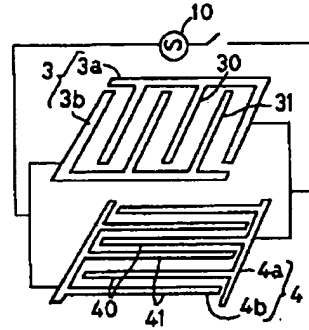
【図4】



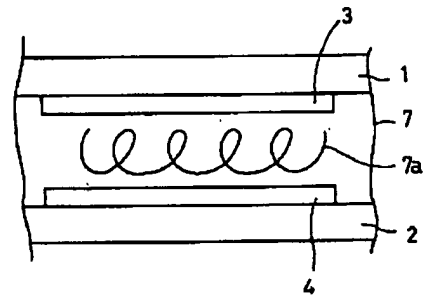
【図3】



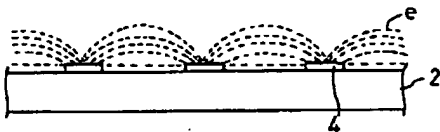
【図5】



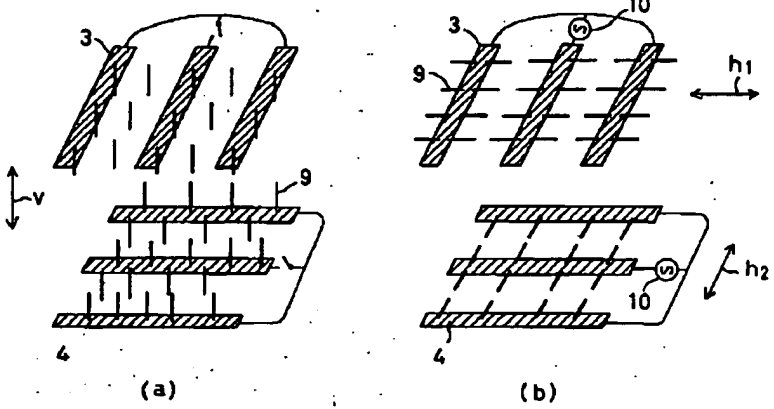
【図9】



【図6】



【図7】



【図8】

